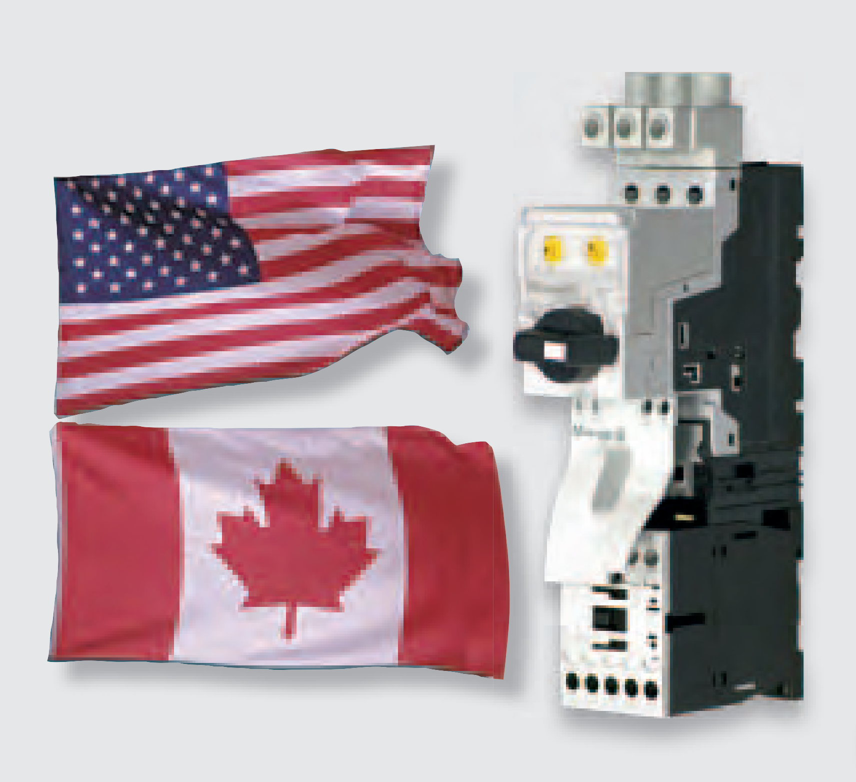
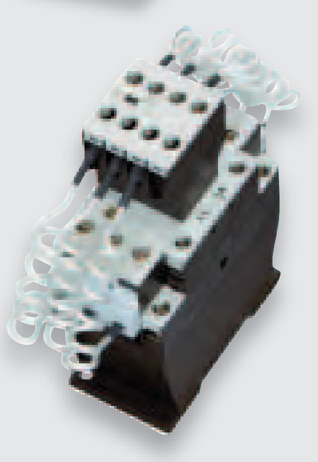
www.eaton.com/moellerproducts

Motorstarter und „Special Purpose Ratings“ für den nordamerikanischen Markt







Fachaufsatz

Dipl.-Ing. Wolfgang Esser

2. geänderte Auflage, 2011





Motorstarter und „Special Purpose Ratings“ für den nordamerikanischen Markt

– mit Leistungsschützen aus dem System xStart auch spezielle Anwendungen sicher und wirtschaftlich optimal beherrschen –

Der Aufsatz soll für Elektrofachleute außerhalb Nordamerikas einige Begriffe und deren Zusammenhänge erläutern, die in Nordamerika im Zusammenhang mit unterschiedlichen Betriebsmitteln und bei der Dimensionierung der notwendigen Schaltgeräte benutzt werden. Die Begriffe haben ihre Quellen in unterschiedlichen amerikanischen Normen und sie sind zum Teil mit unterschiedlichen, marktüblichen Schaltgeräte-Konstruktionen verbunden. Teilweise handelt es sich auch um vom Markt und von den Herstellern geprägte Begriffe, mit überlappender Bedeutung. Während man in der IEC[1] -Welt überwiegend eine Schaltgeräte-Reihe universell, aber mit angepassten Auswahldaten einsetzt, werden in Nordamerika teilweise unterschiedliche, zweckgebundene Sortimente mit unterschiedlichen Leistungsmerkmalen und Preisen angeboten und eingesetzt. Als Ergebnis zeigt die Tabelle die angepassten Auswahldaten für die topaktuellen, UL[2] - und CSA[3] -approbierten Schütze DIL M, DIL L und DIL K von Eaton Moeller, für den erfolgreichen Export als Komponenten und innerhalb von kompletten Industrieschaltanlagen.

Special Purpose Ratings nach UL / CSA-Prüfbedingungen

Type ***DIL M..***	**7**	**9**	**12**	**15**	**17**	**25**	**32**	**40**	**50**	**65 72**	**80**	**95**	**115**	**150 170**
AC Elevator Control	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP
480 V 60 Hz, 3-pole	2	3	7 ½	7 ½	7 ½	10	20	25	30	30	50	60	75	75
600 V 60 Hz, 3-pole	3	5	7 ½	7 ½	10	15	20	30	40	40	60	75	100	100
AC Refrigeration Control	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
480 V 60 Hz, 3-pole	6	7,5	10	10	23	32	40	26	36	45	63	70	84	90
600 V 60 Hz, 3-pole	6	7,5	10	10	17	24	30	26	36	45	63	70	84	90
AC Resistance Air Heating	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
480 V 60 Hz, 3-pole	12	18	20	20	27	35	40	63	79	90	94	110	136	160
600 V 60 Hz, 3-pole	12	18	20	20	27	35	40	63	79	90	94	110	136	160
AC Incandescent Lamps (Tungsten)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
480 V 60 Hz, 3-pole	8	11	14	14	23	32	40	55	74	90	85	100	136	160
600 V 60 Hz, 3-pole	8	11	14	14	23	32	40	55	74	90	85	100	136	160
AC Electrical Discharge Lamps (Ballast)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
480 V 60 Hz, 3-pole	12	18	20	20	27	35	40	63	79	90	85	100	136	160
600 V 60 Hz, 3-pole	12	18	20	20	27	35	40	63	79	90	85	100	136	160

Type ***DIL K..***		**12**	**20**	**25**	**33**	**50**
Capacitive Switching						
480 V 60 Hz, 3-pole	A	18	28	36	48	72,1
	kVAr	15	20	30	40	60
600 V 60 Hz, 3-pole	A	14,4	28	38,4	48	72,1
	kVAr	15	30	40	50	75

Auswahltabelle für Schütze DIL M und DIL K für spezielle Anwendungen (Special Purpose Ratings) für den Einsatz in Nordamerika

[1] IEC = International Electrical Commission
[2] UL = Underwriter's Laboratories *(http://www.ul.com)*
[3] CSA = Canadian Standards Association *(http://www.csa.ca)*

General Purpose Ratings

Da dieser Aufsatz sich hauptsächlich mit speziellen Anwendungen (*Special Purpose Ratings oder Definite Purpose Ratings*) befasst, zunächst ein kurzer Blick auf die „allgemeinen" Anwendungen. Man könnte auch sagen, ein Blick auf *„General Purpose Ratings"* (allgemeine Anwendungen) oder auf *„General Purpose-Schütze"*. Das **Bild 1** zeigt allerdings, dass der Begriff *„General Purpose Ratings"*, neben dem Begriff *„General Use"*, bereits speziellere Anwendungen umfasst. Als allgemeine, aber nicht als wichtigste Anwendung der Schütze bleibt eigentlich nur *„General Use"* übrig. Der Begriff *„General Use"* bezieht sich auf einen Strom *(Continous Current)*, der dem AC-1-Strom in der IEC-Welt (thermischer Dauerstrom) entspricht. Das **Bild 1** zeigt weitere und speziellere Anwendungen und Auswahlkriterien, die als Gebrauchsarten nach NEMA ICS 2, Tabelle 2-4-17 [13] oder als Lastarten für die Prüfkriterien nach UL 508 [4], z.B. Tabelle 62.4, bekannt sind und die z. T. als Last-Kennzeichnung auf den Leistungsschildern der Schütze auftauchen. Im Zusammenhang mit den Auswahldaten für diese spezielleren Anwendungen spricht man hauptsächlich von den später erläuterten *„Special Purpose Ratings"*, die eine anwendungsspezifische Dimensionierung zulassen. **Tabelle 1** vergleicht die Gebrauchsarten für Schütze in Nordamerika mit den Gebrauchskategorien nach IEC. Der Vergleich bezieht sich lediglich auf die Arten der Betriebsmittel, ohne die hinterlegten elektrischen Parameter für die notwendigen Prüfungen zu vergleichen. Die Lastart *„Coils / Pilot Duty"* wurde als nichtmotorische Anwendung etwas separiert dargestellt, weil sie die Eignung für die Steuerstromkreise betrifft, während alle übrigen Begriffe sich mit den Hauptstromkreisen befassen.

Eine Basis-Funktion: Motoren schalten

Auch in Nordamerika werden die meisten Schütze zum Schalten von Motoren eingesetzt. Hier trifft man z.B. auf den Begriff des *„Across-the-Line-Motor-Startings"*, unter dem die Versorgung der Motoren mit der vollen Netzspannung verstanden werden, im Gegensatz zu Anlassverfahren mit reduzierter Spannung an den Motorklemmen.
Dafür werden gern die sehr universell einsetzbaren Leistungsschütze *DIL M* [1, 2] in Verbindung mit einem Kurzschluss- und Überlastschutzorgan verwendet (**Bilder 2 + 3**). Das Schalten von

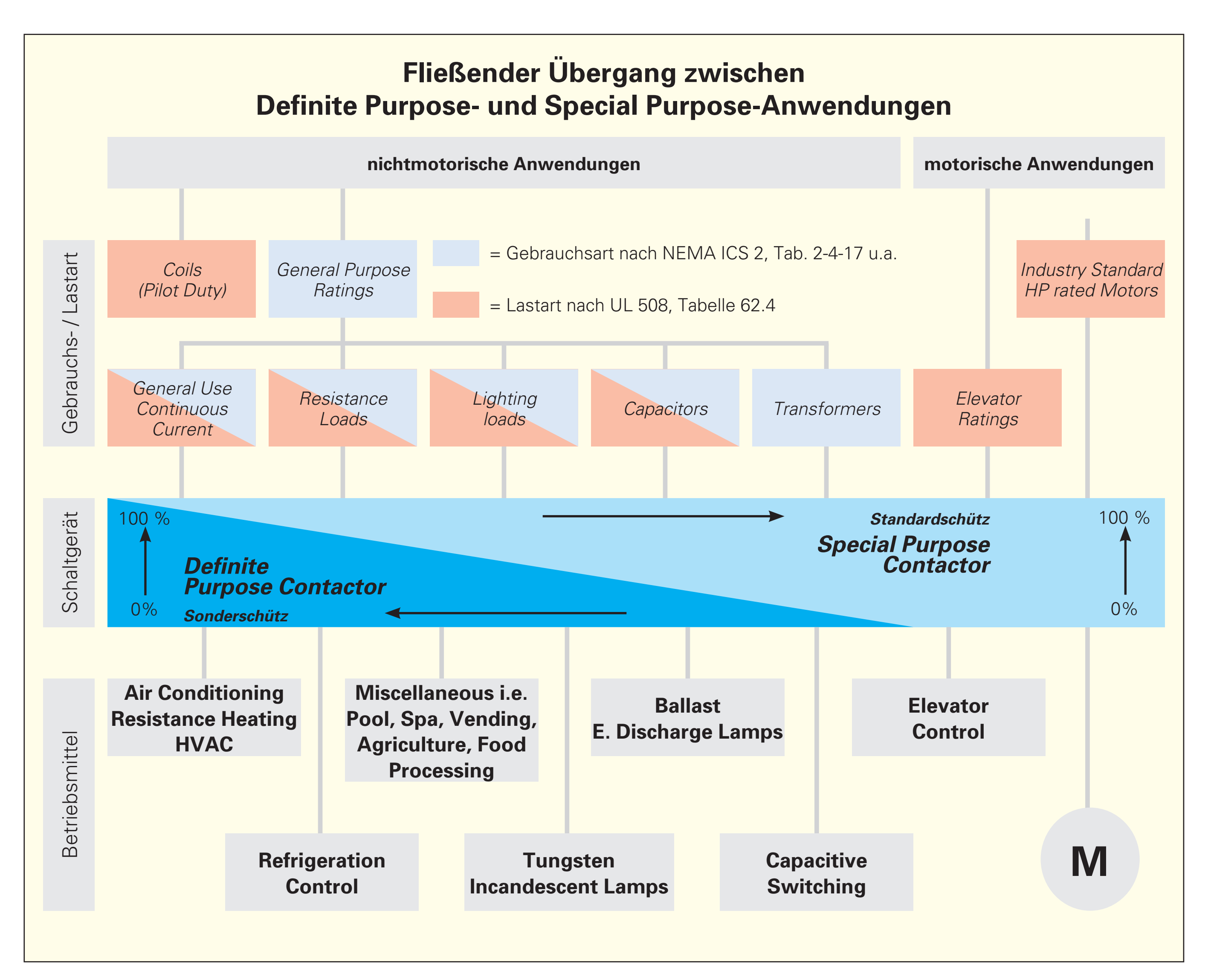


Bild 1: Darstellung der unterschiedlichen nordamerikanischen Begriffe für die Anforderungen an Schaltgeräte (oben), die unterschiedlichen Lösungen bei den Schaltgeräten (Mitte) und schließlich die verschiedenartigen Betriebsmittel (unten). Der Aufsatz beschäftigt sich mit den anwendungsabhängigen Auswahldaten. HVAC = Heating Ventilation Air Conditioning

Arten der zu schaltenden Last			
Nordamerika, nach UL 508, CSA 22.2 No. 14, NEMA ICS 2		**nach IEC 60 947**	
Gebrauchsart	**Lastkennzeichnung Angabe auf dem Leistungsschild**	**Gebrauchskategorie** (nicht vollständig und auf AC bezogen)	**Erläuterung**
1 *Motors*, Motoren	Horsepower (HP) FLA, LRA für *Definite Purpose applications*, z.B. Kompressoren eingesetzt für Kälteanlagen FLA = Full load amp rating LRA = Locked rotor amp rating	AC-2	Schleifringmotoren: Anlassen, Ausschalten
		AC-3	Käfigläufermotoren: Anlassen, Ausschalten während des Laufs, gelegentliches Tippen oder Gegenstrombremsen
		AC-4	Käfigläufermotoren: Anlassen, Gegenstrombremsen, Reversieren, Tippen
2 *Coils*, Spulen in Hilfs- und Steuerstromkreisen	Code Designation, Voltampere, Standard Pilot Duty or Heavy Pilot Duty, Kennzahl, VA, normale Schaltleistung oder hohe Schaltleistung	AC-15 DC-13	Steuern von elektromagnetischer Last
3 *Resistance (heating)*, Widerstand (Heizung)	Amperes, resistance only A, nur Widerstände	AC-1	Nicht induktive oder schwach induktive Last, Widerstandsöfen
4 *Incandescent lamps*, Glühlampen	Amperes or Watts, tungsten A oder W, Wolfram-Glühfaden	AC-5B	Schalten von Glühlampen
5 *Ballast (electric discharge lamps)*, Drosseln (elektrische Entladungslampen)	Amperes, ballast A, Drosseln	AC-5A	Schalten von Gasentladungslampen
6 *General Use*, Allgemeine Verwendung	Amperes, A	AC-1	Nicht induktive oder schwach induktive Last, Widerstandsöfen
Die Gebrauchsart General Use enthält alle Lasten, die nicht unter 1 bis 5 fallen.			

Tabelle 1: Vergleich der nordamerikanischen Gebrauchsarten mit den Gebrauchskategorien nach IEC, ohne Berücksichtigung der hinterlegten Prüfparameter und nur auszugsweise für AC-Anwendungen. Nach IEC gibt es weitere Gebrauchskategorien

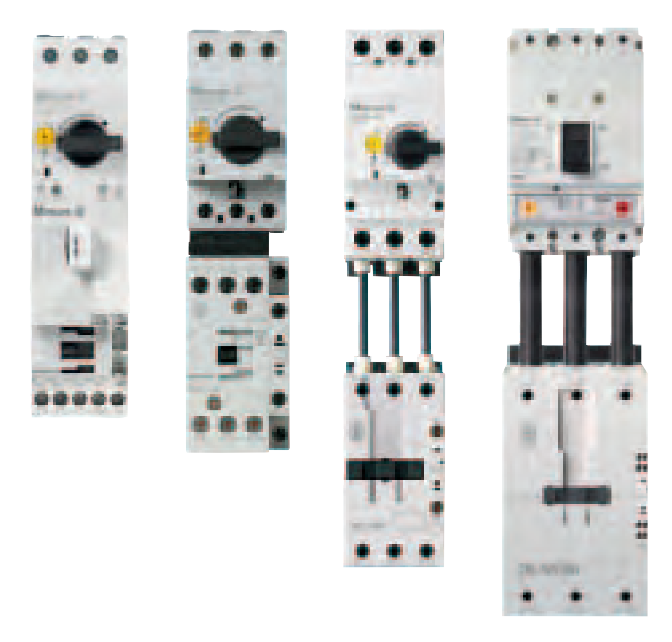


Bild 2: **Sehr universell einsetzbare Weltmarktschütze aus dem Produktsystem xStart. Die Motorstarter bis 150 A werden für das Schalten von Motoren, die Schütze zusätzlich aber auch sehr erfolgreich für *„Special Purpose applications“* in Nordamerika eingesetzt.**

Motoren ist die wichtigste der in der **Tabelle 1** enthaltenen Gebrauchsarten. Diese Applikation lässt sich nicht den anwendungsorientierten, amerikanischen Begriffen *„General Purpose“*, *„Special Purpose“* oder *„Definite Purpose“* unterordnen, sie wird immer mit den Standardschützen mit Motorschaltvermögen abgedeckt.

Grundsätzlich spricht man in Amerika weniger über ein einzelnes Schütz, als viel mehr über die komplette Lösung, den Motorstarter. Der Begriff des Motorstarters ist wesentlich komplexer, er beinhaltet die 4 Grundfunktionen eines Motorstromkreises
- Trennen,
- Kurzschlussschutz,
- betriebsmäßiges Schalten und
- Überlastschutz

und er lässt sich meistens erst durch die Kombination mehrerer Komponenten realisieren.

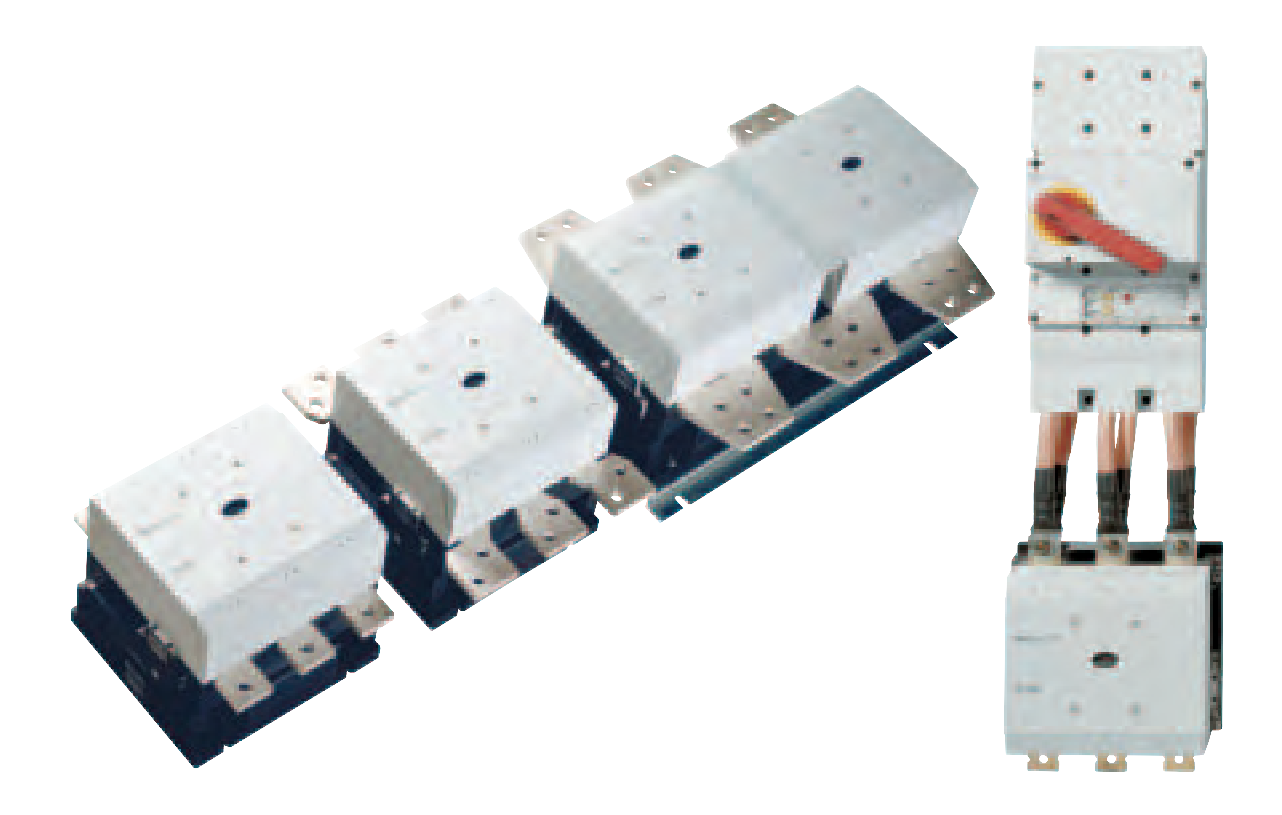


Bild 3: **Bei den größten Leistungsschützen setzt Eaton Moeller seit vielen Jahren, statt im Medium Luft schaltende Kontakte, gasdichte Vakuumschaltröhren [12] – mit hoher Lebensdauer bei kleinen Abmessungen – ein. Die meisten Schütze werden zu Motorstartern kombiniert.**

Motorstarterkombinationen (Non-Combination Motor Starters) DILM / Z für den Einsatz in Nordamerika										
Approbierte Leistungsdaten								**Leistungsschalter**	**Leistungs-schütz**	**Motorschutz-relais**
maximale Motorleistung Drehstrom HP = PS				Maxi-maler Motor-nenn-strom	Bemessungskurzschluss-ausschaltvermögen					
200 V 208 V	230 V 240 V	460 V 480 V	575 V 600 V		480 V	600 Y/ 347 V 1)	600 V	**Typ**	**Typ**	**Typ**
HP	HP	HP	HP	A	kA	kA	kA			
–	–	–	½	0,9	100	50	–	**NZMH2-S1,6-CNA**	**DILM17-…(…)**	**ZB32-1**
–	–	½	¾	1,3	100	50	–	**NZMH2-S1,6-CNA**	**DILM17-…(…)**	**ZB32-1,6**
–	–	¾	–	1,6	100	50	–	**NZMH2-S2,4-CNA**	**DILM17-…(…)**	**ZB32-1,6**
–	–	1	1	2,1	100	50	–	**NZMH2-S2,4-CNA**	**DILM17-…(…)**	**ZB32-2,4**
–	½	–	1½	2,4	100	50	–	**NZMH2-S5-CNA**	**DILM17-…(…)**	**ZB32-2,4**
¾	¾	2	3	3,9	100	50	–	**NZMH2-S5-CNA**	**DILM17-…(…)**	**ZB32-4**
–	1	–	–	4,2	100	50	–	**NZMH2-S5-CNA**	**DILM17-…(…)**	**ZB32-8**
1	1½	3	–	6	100	50	–	**NZMH2-S8-CNA**	**DILM17-…(…)**	**ZB32-6**
1½	2	–	5	6,9	100	50	–	**NZMH2-S8-CNA**	**DILM17-…(…)**	**ZB32-10**
2	3	5	7½	9,6	100	50	–	**NZMH2-S12-CNA**	**DILM17-…(…)**	**ZB32-10**
3	5	10	10	15,2	100	50	–	**NZMH2-S18-CNA**	**DILM17-…(…)**	**ZB32-16**
5	–	–	15	17,5	100	50	–	**NZMH2-S26-CNA**	**DILM17-…(…)**	**ZB32-24**
–	7½	15	20	22	100	50	–	**NZMH2-S26-CNA**	**DILM25-…(…)**	**ZB32-24**
7½	–	–	–	25,3	100	50	–	**NZMH2-S33-CNA**	**DILM25-…(…)**	**ZB32-32**
–	10	20	25	28	100	50	–	**NZMH2-S33-CNA**	**DILM32-…(…)**	**ZB32-32**
10	–	–	–	32,2	100	50	–	**NZMH2-S40-CNA**	**DILM32-…(…)**	**ZB32-32**
–	–	25	30	34	100	50	–	**NZMH2-S40-CNA**	**DILM40(…)**	**ZB65-40**
–	–	30	–	40	100	50	–	**NZMH2-S50-CNA**	**DILM40(…)**	**ZB65-40**
–	15	–	40	42	100	50	–	**NZMH2-S50-CNA**	**DILM40(…)**	**ZB65-57**
15	20	40	50	54	100	50	–	**NZMH2-S63-CNA**	**DILM50(…)**	**ZB65-57**
20	–	50	60	65	100	50	–	**NZMH2-S80-CNA**	**DILM65(…)**	**ZB65-65**
–	25	–	–	68	100	50	–	**NZMH2-S80-CNA**	**DILM80(…)**	**ZB150-70**
25	30	60	75	80	100	50	–	**NZMH2-S100-CNA**	**DILM80(…)**	**ZB150-100**
–	40	75	100	104	100	50	–	**NZMH2-S125-CNA**	**DILM95(…)**	**ZB150-100**
30	–	–	–	92	100	50	–	**NZMH2-S125-CNA**	**DILM115(…)**	**ZB150-100**
40	–	100	125	125	100	50	–	**NZMH2-S160-CNA**	**DILM115(…)**	**ZB150-125**
–	50	–	–	130	100	50	–	**NZMH2-S160-CNA**	**DILM115(…)**	**ZB150-150**
–	–	125	–	156	100	50	–	**NZMH2-S200-CNA**	**DILM150(…)**	**ZB150-150**
50	60	–	150	154	100	50	–	**NZMH2-S200-CNA**	**DILM185/22(…)**	**Z5-160/FF250**
60	75	150	200	192	100	50	–	**NZMH2-SE220-CNA**	**DILM225/22(…)**	**Z5-220/FF250**
75	100	200	250	248	100	50	50	**NZMH3-SE350-CNA**	**DILM250/22(…)**	**Z5-220/FF250**
100	–	–	300	289	100	50	50	**NZMH3-SE350-CNA**	**DILM300/22(…)**	**ZW7-290**
–	125	250	–	302	100	50	50	**NZMH3-SE450-CNA**	**DILM300/22(…)**	**ZW7-400**
125	150	300	400	382	100	50	50	**NZMH3-SE450-CNA**	**DILM400/22(…)**	**ZW7-400**

1) Geeignet für sternpunktgeerdete Netze.

Tabelle 2: Motorstarter mit Motorschutzrelais, Schmelzsicherungen oder Leistungsschalter nach UL 489 für den Gruppenschutz, für den Einsatz in Nordamerika.

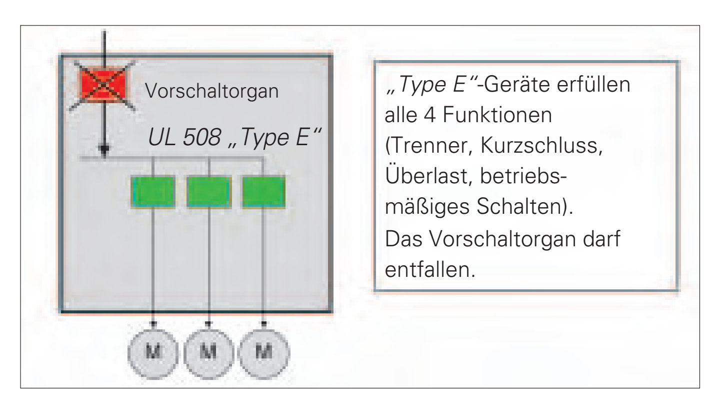
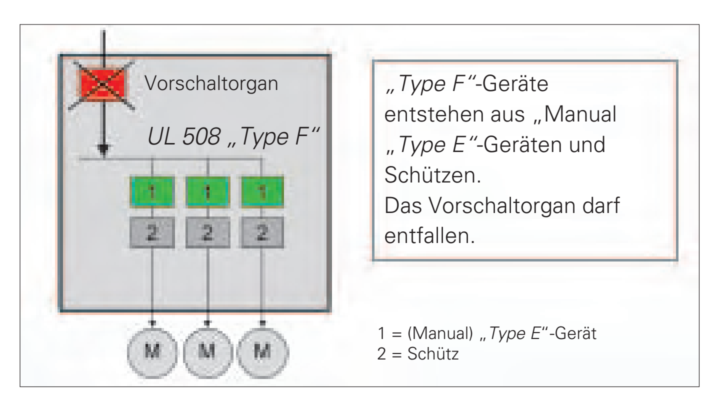




Bild 4: **Eine Gruppe Motorschutzschalter PKZM0 ist einspeiseseitig mit einem Drehstromschienenblock verbunden. Die Schutzschalter besitzen einen gemeinsamen Einspeiseklemmblock BK25...-E. Er erfüllt mit den vergrößerten Luft- und Kriechstrecken die Anforderungen an den “Construction Type E”.**



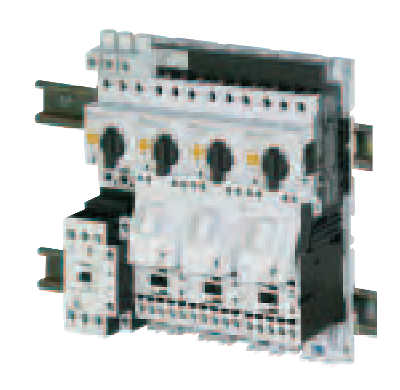


Bild 5: **Beispiele für UL 508 Type F Combination Starter, die aus UL 508 Type E-Kombinationen und Schützen entstehen.**

Motorschutzschalter PKZM0(4), Einsatz als „UL 508 Type F Combination Starters“											
Maximale Motorleistung Drehstrom HP = PS				Einstellbereiche		Interrupting Capacity = Short Circuit Current Rating SCCR			Komponenten		
200 V 208 V [HP]	230 V 240 V [HP]	460V 480 V [HP]	575 V 600 V [HP]	Überlastauslöser [A]	Kurzschlussauslöser [A]	240 V [kA]	480Y/ 277 V[2)] [kA]	600Y/ 347V[2)] [kA]	Motorschutzschalter Typ	Einspeiseklemme Typ	Schütz Typ
1)				0,1 - 0,16	2,2	50	50	50	***PKZM0-0,16***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILEM***
				0,16 - 0,25	3,4	50	50	50	***PKZM0-0,25***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILEM***
				0,25 - 0,4	5,6	50	50	50	***PKZM0-0,4***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILEM***
				0,4 - 0,63	8,8	50	50	50	***PKZM0-0,63***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILEM***
				0,63 - 1	14	50	50	50	***PKZM0-1***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILEM***
		¾	¾	1 - 1,6	22	50	50	50	***PKZM0-1,6***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILEM***
½	½	1	1 ½	1,6 - 2,5	35	50	50	50	***PKZM0-2,5***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILEM***
¾	¾	2	3	2,5 - 4	56	50	50	50	***PKZM0-4***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILEM***
1 ½	1 ½	3	5	4 - 6,3	88	50	50	50	***PKZM0-6,3***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILEM***
3	3	7 ½	10	6,3 - 11	140	50	50	50	***PKZM0-10***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILEM***
1)				0,1 - 0,16	2,2	65	65	-	***PKZM0-0,16***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILM7***
				0,16 - 0,25	3,4	65	65	-	***PKZM0-0,25***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILM7***
				0,25 - 0,4	5,6	65	65	-	***PKZM0-0,4***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILM7***
				0,4 - 0,63	8,8	65	65	-	***PKZM0-0,63***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILM7***
				0,63 - 1	14	65	65	-	***PKZM0-1***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILM7***
		¾	¾	1 - 1,6	22	65	65	-	***PKZM0-1,6***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILM7***
½	½	1	1 ½	1,6 - 2,5	35	65	65	-	***PKZM0-2,5***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILM7***
¾	¾	2	3	2,5 - 4	56	65	65	-	***PKZM0-4***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILM7***
1 ½	1 ½	3	5	4 - 6,3	88	65	65	-	***PKZM0-6,3***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILM7***
3	3	7 ½	10	6,3 -11	140	65	65	-	***PKZM0-10***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILM12***
3	3	7 ½	-	9 - 12	168	50	50	-	***PKZM0-12***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILM15***
3	-	-	-	10 - 16	224	18	18	-	***PKZM0-16***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILM17***
5	-	-	-	16 - 20	280	18	18	-	***PKZM0-20***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILM25***
-	7 ½	15	-	20 - 25	350	18	18	-	***PKZM0-25***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILM25***
7 ½	10	20	-	24 - 32	448	18	18	-	***PKZM0-32***	***BK25/3-PKZ0-E***	***DILM32***
3	5	10	15	10 - 16	224	65	65	50	***PKZM4-16***	***BK50/3-PKZ4-E***	***DILM32***
5	7 ½	15	20	16 - 27	350	65	65	50	***PKZM4-25***	***BK50/3-PKZ4-E***	***DILM32***
7 ½	10	25	30	24 - 34	448	65	65	50	***PKZM4-32***	***BK50/3-PKZ4-E***	***DILM32***
10	-	30	30	32 - 40	560	65	65	50	***PKZM4-40***	***BK50/3-PKZ4-E***	***DILM40***
-	15	30	-	40 - 52	700	65	65	-	***PKZM4-50***	***BK50/3-PKZ4-E***	***DILM50***
-	-	40	-	50 - 56	812	65	65	-	***PKZM4-58***	***BK50/3-PKZ4-E***	***DILM65***
-	-	40	-	52 - 58	882	65	65	-	***PKZM4-63***	***BK50/3-PKZ4-E***	***DILM65***

1) Motorleistungen in diesem Bereich nach Bemessungsstrom berechnen. angegebene Werte nach NEC Table 430 - 150
2) Geeignet für sternpunktgeerdete Netze
Stand März 2010

Tabelle 3: Motorschutzschalter – UL 508 Typ F Combination Starters

Man unterscheidet, wie auch in den Ländern, die die IEC-Normen anwenden, zwischen den Motorstartern mit Schmelzsicherungen (**Tabelle 2**) und den, besonders vorteilhaften und in der Bedeutung stark zunehmenden, schmelzsicherungslosen Motorstartern (**Tabelle 3, Bilder 4 + 5**), die mit Motorschutzschaltern oder Leistungsschaltern aufgebaut werden. In den Tabellen werden die Typen der Eaton Moeller Standard-Schütze *DIL M* angegeben. Diese Standard-Schütze sind Komponenten des umfangreichen Systems xStart (**Bild 6**). Neu in diesem vielseitig einsetzbaren System ist die werkzeuglose Verbindungstechnik zwischen Motorschutzschaltern und Schützen bei den stückzahlstärksten Baugrößen (**Bild 7**). Diese neue, Arbeitszeit sparende Verbindungstechnik wurde ebenfalls bei UL und CSA approbiert, was auch für die weitere Kombination mit den Platz sparenden Sammelschienenadaptern gilt. Außerdem verfügen diese Kombinationen über eine besonders hohe Kurzschlussfestigkeit (*high fault short circuit ratings* entsprechend UL und CSA). Dieses spezielle Produktmerkmal ist sehr wichtig, da auf den Schaltschrank-Leistungsschildern von nordamerikanischen Steuerschaltschränken (industrial control panels) nun, entsprechend dem NEC und nach UL 508A, eine Gesamtkurzschlussfestigkeit (SCCR)[4] für die Schaltanlage angegeben werden muss. Für die Dimensionierung dieser Kombinationen wird ebenfalls die **Tabelle 3** benutzt.

Spezielle nordamerikanische Anforderungen an Motorstarter und einige in der IEC-Welt unübliche Schalt- und Schutzgeräte-Kombinationen, werden in einer separaten Veröffentlichung von Eaton Moeller [3] sehr ausführlich vorstellt. Die dort beschriebenen besonderen Aspekte ergeben sich insbesondere durch die Zuordnung der Motorschutzschalter und Leistungsschalter zu den Richtlinien UL 508 [4] oder UL 489 [5] in den USA bzw. zu CSA-C22.2 No. 14 [6] oder CSA-C22.2 No. 5-02 [7] in Kanada. Die jeweils zuerst genannten Normen gelten für „Geräte in Industriesteuerungen“ (*Industrial Control Equipment*), die zweit genannten Normen, mit höheren Anforderungen, gelten für „Geräte in der Energieverteilung“ (*Distribution Equipment*). Geräte zur Energieverteilung müssen teilweise auch in der elektrischen Maschinen- und Anlagenausrüstung, vor allem im Einspeisebereich und bei Sammelschienensystemen eingesetzt werden.

In den USA wählt man Schütze üblicherweise nach NEMA-Größen (NEMA-Sizes) aus, denen entsprechend **Tabelle 4** definierte HP[5] -Leistungen für unterschiedliche Betriebsspannungen und ein thermischer Dauerstrom starr zugeordnet wurden (nach NEMA ICS 2). Auch in Kanada wendet man diese NEMA-Größen an. Zusätzlich müssen beim NEMA-Schütz nach NEMA ICS 2 Anschlussmöglichkeiten für definierte Leitungsquerschnitte vorhanden sein. Im Gegensatz dazu gibt es bei IEC-Schützen keine normativen Vorgaben, wie viel kW z.B. ein für 4 kW / 400V ausgelegtes Schütz bei 690 V schalten muss. Die Zuordnung unterschiedlicher Auswahldaten zu einer Schützbaugröße bleibt in der IEC-Welt, auf der Basis von Prüfergebnissen nach IEC / EN 60 947-4-1 [8], der Eigenverantwortung des Herstellers überlassen. Daher wäre es reiner Zufall, wenn ein IEC-Schütz einer NEMA-Größe entsprechen würde, zumal die Leistungen von kW in HP umgerechnet werden müssen. Weitere Unterschiede ergeben sich durch die abweichenden Spannungen und Frequenzen auf dem amerikanischen Kontinent. Die NEMA-Größen stellen eine inneramerikanische Standardisierung und Marktgewohnheit dar, sie sind aber weder ein Qualität bestimmendes Merkmal einer Konstruktion, noch ist ihre Verwendung zwingend vorgeschrieben. NEMA-Schütze sind üblicherweise von der Geometrie her größer. In der IEC-Welt wählt man ein Schütz nach der erforderlichen Leistung des zu schaltenden Betriebsmittels, der Gebrauchskate-

NEMA-Größen für Schütze nach NEMA ICS 2

Drehstrom-schütze nach NEMA *NEMA-Sizes* (NEMA-Größen)	Dauerstrom	Leistungsdaten [1]				
		1-phase		3-phase		
		120 V 60 Hz (115 V 60 Hz)	240 V 60 Hz (230 V 60 Hz)	208 V 60 Hz (200 V 60 Hz)	240 V 60 Hz (230 V 60 Hz)	480 V 60 Hz (460 V 60 Hz) 600 V 60 Hz (575 V 60 Hz)
	A	HP (PS)	HP (PS)	HP (PS)	HP (PS)	HP (PS)
00	9	½	1	1 ½	1 ½	2
0	18	1	2	3	3	5
1	27	2	3	7 ½	7 ½	10
2	45	3	7 ½	10	15	25
3	90	7 ½	15	25	30	50
4	135	-	-	40	50	100
5	270	-	-	75	100	200
6	540	-	-	150	200	400
7	810	-	-	-	300	600
8	1215	-	-	-	450	900
9	2250	-	-	-	800	1600
	[1] Leistungsdaten für Motoren mit einer Drehzahl, ohne Tippen, Reversieren und Gegenstrombremsen. (HP ~ PS)					

Tabelle 4: Nordamerikanische NEMA-Größen (NEMA-Sizes) für Schütze. Einer NEMA-Größe sind bestimmte Ströme und für unterschiedliche Spannungen bestimmte Leistungen fest zugeordnet. Alle Werte müssen von einem Gerät beherrscht werden, um der NEMA-Größe zu entsprechen.

[4] SCCR = Short Circuit Current Rating
[5] HP = Horsepower, 1 HP ≙ 1 PS

Ausschnitt aus dem System

Darstellung ohne *PKZM 4*, komplettes Sortiment siehe gültiger Hauptkatalog.
Hilfs- und Hauptstromanschlüsse bis 15 A (*PKZM 0* bis 16 A), wahlweise mit Schraub- oder Käfigzugfedern.

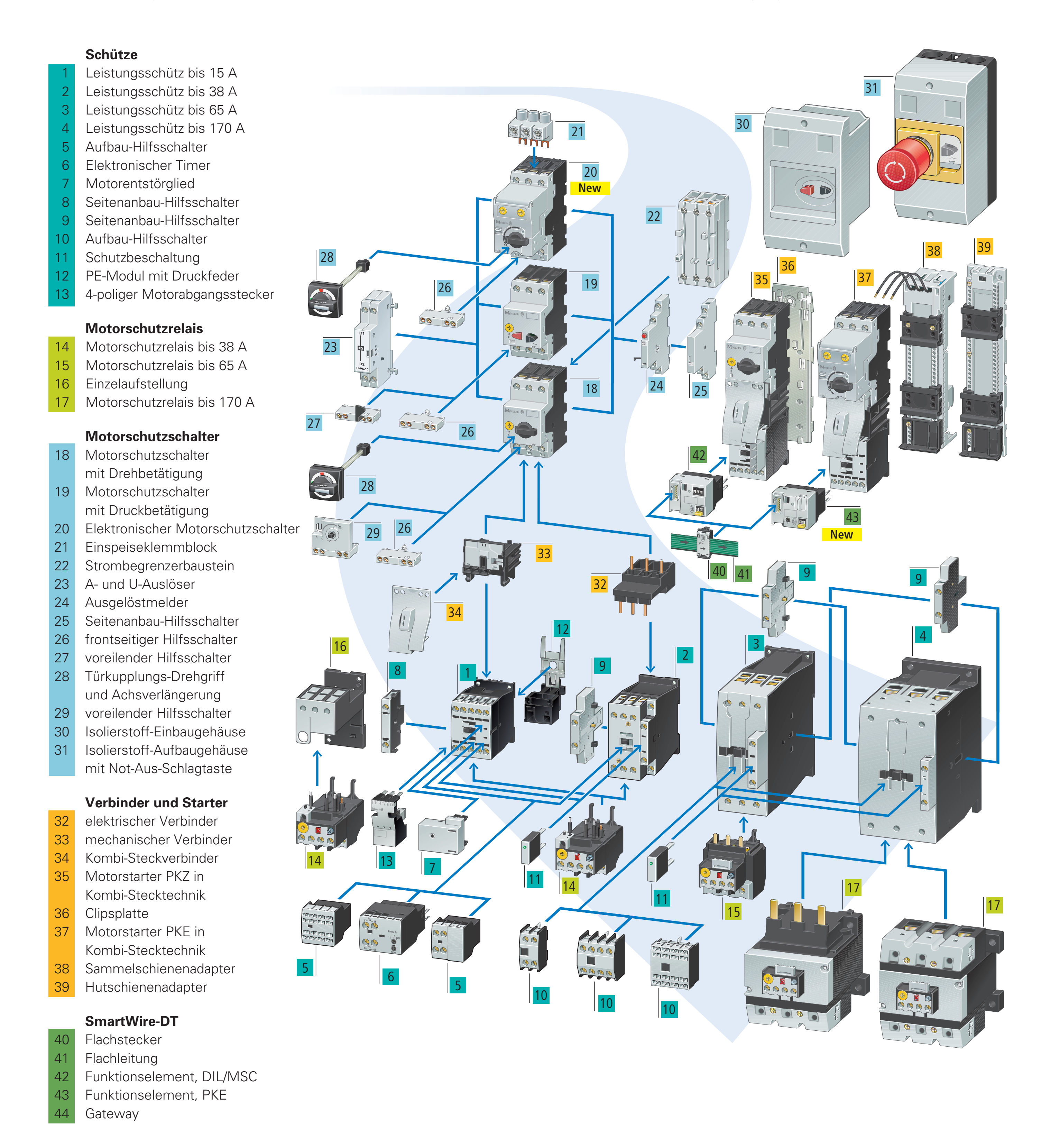


Bild 6: **Darstellung des Systems xStart mit besonders vorteilhaften Montage- und Verdrahtungshilfen, wie der Kombi-Stecktechnik oder Sammelschienenadaptern. Die Komponenten und Kombinationen wurden als Weltmarktgeräte bei UL und CSA für den Einsatz in Nordamerika approbiert.**

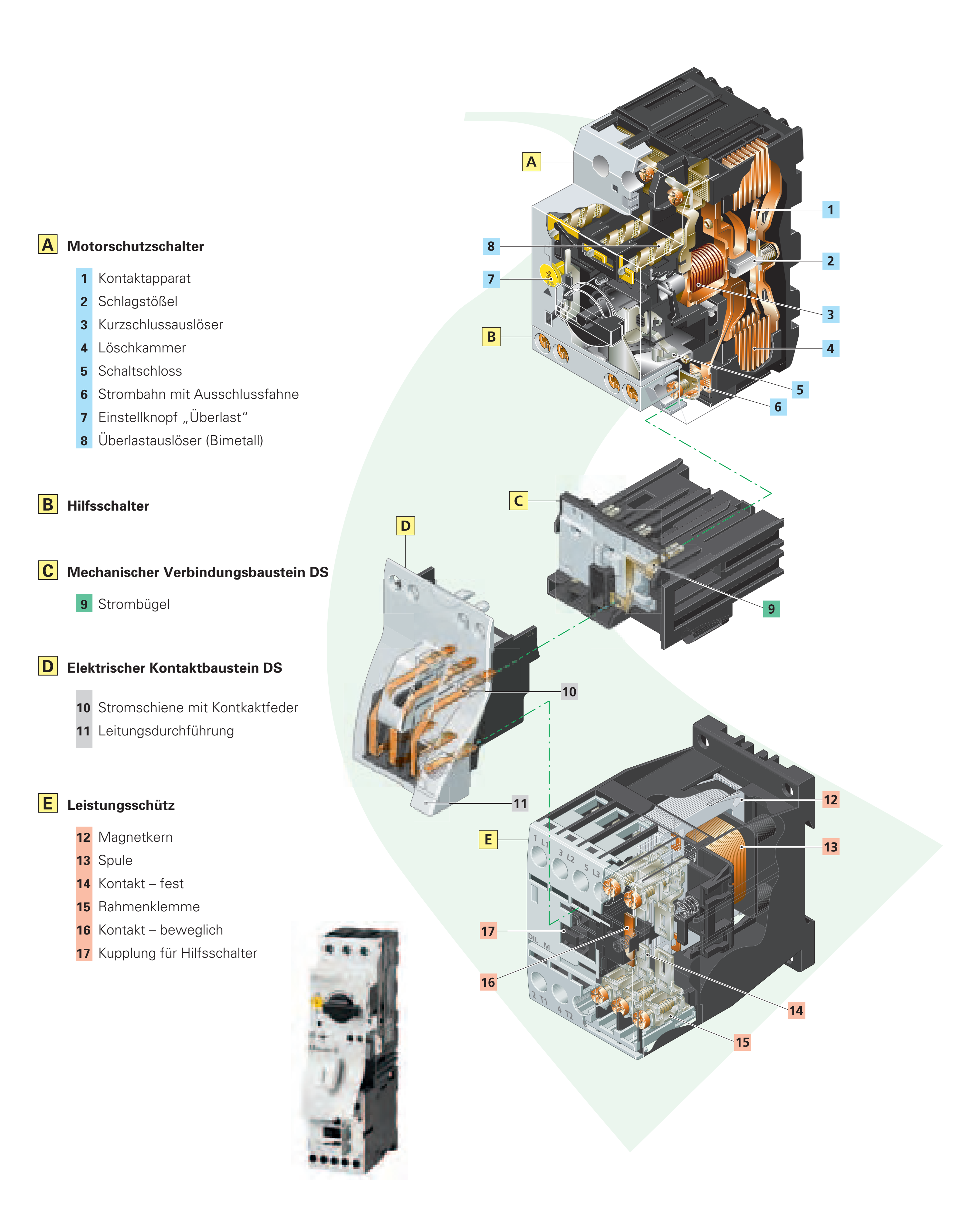


Bild 7: **Darstellung der neuen, werkzeuglosen Steck-Verbindungstechnik zwischen Motorschutzschalter und Schütze. Diese kompakten Starter wurden bei UL und CSA approbiert. Diese Kombinationen zusätzlich auch für den Export auf approbierte Eaton Moeller Sammelschienenadapter aufgebaut werden.**

gorie und der notwendigen Betriebsspannung in einem Herstellerkatalog aus. In Amerika kann man beim Großhändler ein Schütz, beispielsweise der Baugröße „*NEMA 2*" verlangen, welches dann von verschiedenen Herstellern stammen kann. Es besitzt dann die beschriebenen, festen Leistungszuordnungen für Motoren und einen thermischen Dauerstrom. Da man in einer Schaltanlage üblicherweise nur eine einzige Hauptstrom-Betriebsspannung schalten muss, ist der Nutzen der Idee der starren Verknüpfung von mehreren Wertepaaren aus Leistung und Spannung in einer Baugröße eher gering.

In der Praxis werden die nach Amerika exportierenden Firmen die Schütze nach der **Tabelle 5**, bzw. nach den Motorstarterauswahltabellen mit oder ohne Schmelzsicherungen auswählen. Die **Tabelle 5** lässt eine genauere Zuordnung zur Motorgröße zu und sie ermöglicht dadurch oft die Auswahl kleinerer und preiswerterer Schütze. Die Auswahl nach **Tabelle 5** ist bedenkenlos möglich, da alle Auswahldaten der Schütze wie angegeben approbiert wurden und auch auf den Leistungsschildern der Schütze angegeben werden.

Die Mehrzahl der Schütze schaltet in Direktstartern (*DOL*) oder in Wendestartern (*Reversing Starters*) die volle Netzspannung (*across-the-line*). Die elektromechanischen Schütze werden außerdem beim Starten von Motoren mit reduzierter Spannung eingesetzt. Sehr populär sind in Nordamerika Anlasstransformatoren (*auto-transformers*) und spezielle Motoren mit getrennten Wicklungen (*part-winding motors*). Es ist zusätzlich möglich Stern-Dreieckstarter zu realisieren, die in Nordamerika aber nur selten eingesetzt werden, da die Netzspannungen in Amerika nicht immer mit den Faktor $1/\sqrt{3}$ verknüpft sind. Andererseits werden in einigen Industriezweigen große, hermetisch gekapselte Kompressormotoren für Kühlanlagen mit Stern-Dreieckumschaltung gestartet, dabei wird allerdings eine spezielle Schaltung mit 4 Schützen eingesetzt. Die Schütze von Eaton Moeller sind Weltmarktgeräte, also in einer einzigen Ausführung auf allen Kontinenten einsetzbar. Eaton Moeller

Auswahldaten für Eaton Moeller Schütze für den Einsatz in Nordamerika

IEC-Daten 3-phasig AC-3 400 V 50 Hz	Schütz	**für Nordamerika approbierte Leistungsdaten (UL / CSA)**						
		1-phasig max hp rating		3-phasig max hp rating				I_{th} offen 40 °C
		120 V 60 Hz (115 V 60 Hz)	**240 V 60 Hz (230 V 60 Hz)**	**208 V 60 Hz (200 V 60 Hz)**	**240 V 60 Hz (230 V 60 Hz)**	**480 V 60 Hz (460 V 60 Hz)**	**600 V 60 Hz (575 V 60 Hz)**	
kW	**Typ**	HP	HP	HP	HP	HP	HP	A
3	**DILM7**	¼	1	1 ½	2	3	5	20
4	**DILM9**	½	1 ½	3	3	5	7 ½	20
5,5	**DILM12**	1	2	3	3	10	10	20
7,5	**DILM15**	1	3	5	5	10	10	20
7,5	**DILM17**	2	3	5	7 ½	10	15	35
11	**DILM25**	2	5	7 ½	7 ½	15	20	35
15	**DILM32**	3	5	10	10	20	25	40
18,5	**DILM40**	3	7 ½	10	15	30	40	55
22	**DILM50**	3	10	15	20	40	50	65
30	**DILM65**	5	15	20	25	40	60	80
37	**DILM80**	7 ½	15	25	30	60	75	125
45	**DILM95**	7 ½	15	25	40	75	100	125
55	**DILM115**	10	25	40	50	100	125	160
75	**DILM150**	15	30	40	60	125	125	160
90	**DILM185A**	-	-	50	60	125	150	225
110	**DILM225A**	-	-	60	75	150	200	250
132	**DILM250**	-	-	75	100	200	250	350
160	**DILM300A**	-	-	100	125	250	300	350
200	**DILM400**	-	-	150	150	300	400	450
250	**DILM500**	-	-	150	200	400	500	550
315	**DILM580**	-	-	200	200	400	600	630
355	**DILM650**	-	-	200	250	500	600	700
400	**DILM750**	-	-	250	300	600	700	800
450	**DILM820**	-	-	290	350	700	860	850
560	**DILM1000**	-	-	-	420	850	980	

Tabelle 5: Nach dieser Auswahltabelle wählt man Eaton Moeller Schütze für Motorleistungen in HP und bei unterschiedlichen nordamerikanischen Spannungen aus.

Schütze besitzen überwiegend exportfreundliche Doppelspannungsspulen, die wahlweise mit einer 50 Hz Normsteuerspannung und mit einer 60 Hz-Normsteuerspannung angesteuert werden können. Immer mehr Schütze werden aus elektronischen Steuerungssystemen heraus angesteuert. In diesen Fällen werden exportneutrale DC-Spulen eingesetzt, meistens für 24 V DC [9]. Im Laufe des 1. Halbjahres 2006 wird Eaton Moeller mit zusätzlichen Schützspulen auch die besonderen Anforderung der amerikanischen Halbleiterindustrie nach einer erhöhten Abfallsicherheit nach SEMI[6] F47 [10] erfüllen (**Bild 8**). Die Eaton Moeller Schütze können wahlweise für Leistungen in kW oder HP ausgewählt werden, entsprechend der eingesetzten Motoren. Exportierende Maschinenbauunternehmen setzen auch in Nordamerika häufig IEC-Motoren ein, die dann meistens gewohnheitsgemäß in kW dimensioniert werden und die metrische Abmessungen besitzen (Achtung, Risiko!). In diesen Fällen erweist es sich als günstig, dass auf den Leistungsschildern von Eaton Moeller Schützen kW- und HP-Daten angegeben werden, da viele örtliche Inspektoren bei der Abnahme nur Schütze mit HP-Daten akzeptieren.

Während die **Tabelle 5** zusätzlich die IEC-Leistungen für 400 V / 50 Hz und den amerikanischen thermischen Dauerstrom enthält, zeigt die **Tabelle 6**, als Service und Orientierungshilfe, zusätzlich die Daten der NEMA-Größen. Da in Nordamerika eine zunehmende Anzahl von Maschinen und Anlagen betrieben werden, die aus IEC-Ländern importiert werden, reduziert sich die Bedeutung der NEMA-Größen. Da der außeramerikanische Maschinen- und Anlagenbau einige technologische Vorzüge zu bieten hat, werden zunehmend auch die positiven Merkmale der kleineren IEC-Schalt- und Schutzgeräte erkannt und alle namhaften amerikanischen Schaltgerätehersteller ergänzen ihre Sortimente um die kleineren IEC-Geräte. Mit diesen Sortimentserweiterungen will man natürlich auch die außeramerikanischen Märkte erschließen. Für die Erschließung der europäischen Märkte ist das zollrechtliche CE-Zeichen wichtig. Ein Teil dieser Sortimentserweiterungen stammt aus der Entwicklung und Produktion von Eaton Moeller. Die neu entstehende amerikanische UL 60 947 wird schrittweise eine weitere Annäherung zur IEC 60 947 ermöglichen, wobei im Gegenzug amerikanische Aspekte in die IEC einfließen.

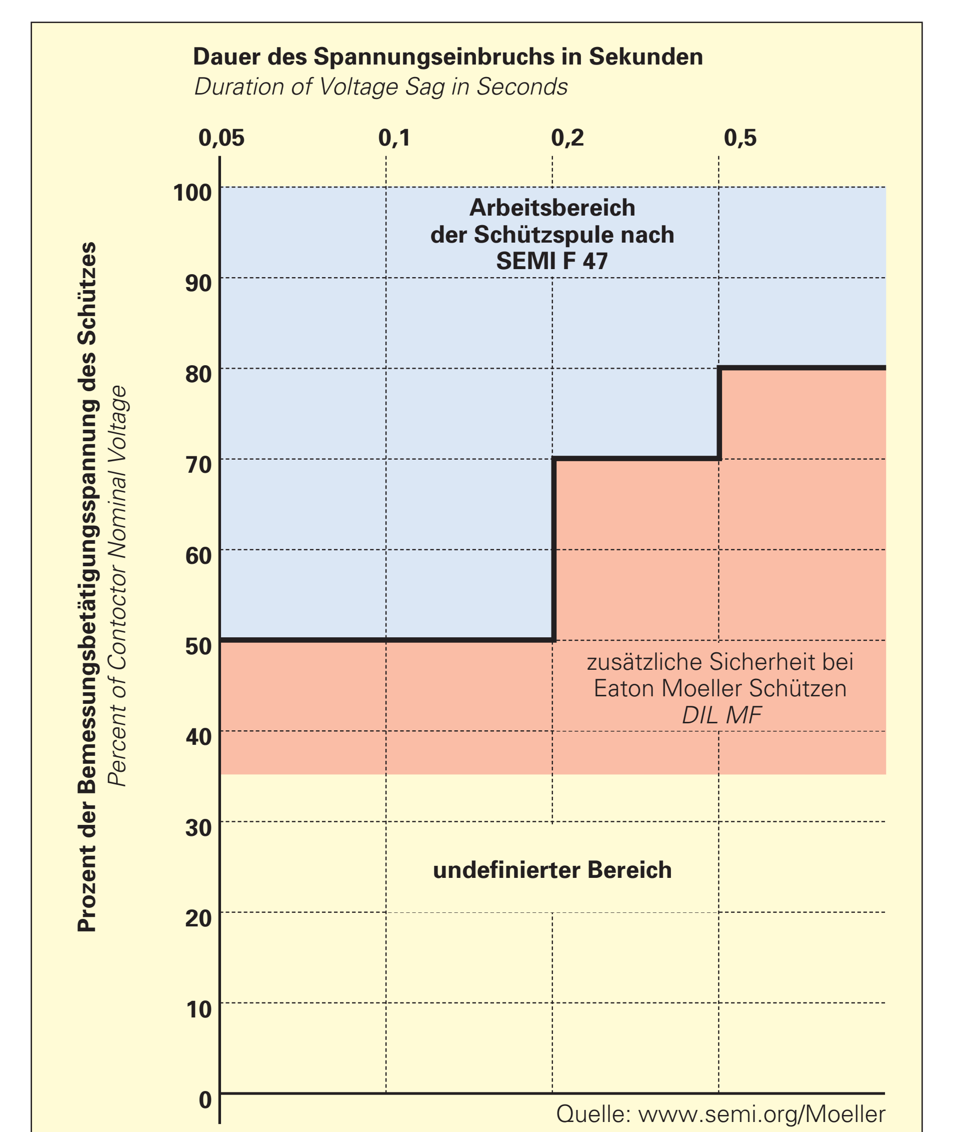


Bild 8: **Die amerikanische Halbleiterindustrie verlangt eine erhöhte Abfallsicherheit bei Schützspulen nach der Richtlinie SEMI F47. Im grün gekennzeichneten Bereich dürfen die Schützkontakte nicht selbsttätig öffnen. Diese Forderung lässt sich mit speziellen Antrieben im Moeller System xStart realisieren.**

Special Purpose Contactors

Auch in Nordamerika sind nicht ausschließlich Kurzschlussläufermotoren (*squirrel cage motors*) zu schalten oder es sind bei antriebstechnischen Anwendungen besondere Anforderungen zu beachten. Daher gibt es zusätzlich spezielle Prüfbedingungen und Leistungs- oder Stromzuordnungen für besondere Anwendungen, wie z. B. Schütze für Aufzugsteuerungen (*Elevator Control*) oder für kältetechnische Anlagen (*Refrigeration control*). Weitere spezielle Anwendungen sind das Schalten von typischen Industriebeleuchtungen, wie Glühlampen (*Tungsten, Incandescent Lamps*), von Gasentladungslampen (*Ballast, Electrical Discharge Lamps*), von ohmscher Last (*Air conditioning und Resistance Heating, HVAC*[7]) oder von Kondensatorlast (*Capacitive Switching*). Siehe auch **Bild 1**.

Die Aufzählung der Spezialanwendungen (*Special Purpose Ratings*) für teilweise leistungs- oder kostenoptimierte Schütze lässt sich ergänzen, beispielsweise um

- Pumpen und Kompressoren (*Pumps and compressors*)
- Hebemaschinen und Kräne (*Hoists and cranes*)
- Schweißeinrichtungen (*Welding equipment*)
- Spannungsversorgungen (*Power supplies*)
- Lebensmittelbearbeitung (*Food processing*)
- Verkaufsautomaten (*Vending machines*)
- Landwirtschaftliche Einrichtungen (*Agricultural applications*),

[6] SEMI = Semiconductor Equipment and Materials Institute
[7] HVAC = Heating Ventilation Air Conditioning

Auswahldaten für Eaton Moeller Schütze für den Einsatz in Nordamerika							
	Maximale HP-Leistung (UL / CSA) zum Schalten von Motoren						
	1-phasig, 60 Hz		3-phasig, 60 Hz				
Typ	120 V (115 V)	230 V (240 V)	208 V (200 V)	240 V (230 V)	480 V (460 V)	600 V (575 V)	NEMA Größe
DILM7	¼	1	1½	2	3	5	
	⅓	1	1½	1½	2	2	00
DILM9	½	1½	3	3	5	7½	
	1	2	3	3	5	5	0
DILM12	1	2	3	3	10	10	
DILM15	1	3	5	5	10	10	
DILM17	2	3	5	5	10	15	
	2	3	7½	7½	10	10	1
DILM25	2	5	7½	7½	15	20	
DILM32	3	5	10	10	20	20	
	3	7½	10	15	25	25	2
DILM40	3	7½	10	15	30	40	
DILM50	3	10	15	20	40	50	
DILM65	5	15	20	25	50	60	
	7½	15	25	30	50	50	3
DILM80	7½	15	25	30	60	75	
DILM95	7½	15	25	40	75	100	
	-	-	40	50	100	100	4
DILM115	10	25	40	50	100	125	
DILM150	15	30	40	60	125	125	
DILM185A	-	-	50	60	125	150	
DILM225A	-	-	60	75	150	200	
	-	-	75	100	200	200	5
DILM250	-	-	75	100	200	250	
DILM300A	-	-	100	125	250	300	
DILM400	-	-	150	150	300	400	
	-	-	150	200	400	400	6
DILM500	-	-	150	200	400	500	
DILM580	-	-	200	200	400	600	
DILM650	-	-	200	250	500	600	
	-	-	-	300	600	600	7
DILM750	-	-	250	300	600	700	
DILM820	-	-	290	350	700	860	
	-	-	-	450	900	900	8
DILM1000	-	-	-	400	800	1000	

Tabelle 6: Darstellung aus dem Katalog der amerikanischen Eaton Moeller Vertriebsorganisation. Ergänzend zu den Auswahldaten der Eaton Moeller Schütze werden informativ auch die Leistungsdaten der NEMA-Größen dargestellt.

(siehe auch den unteren Bereich der unterschiedlichen Betriebsmittel in **Bild 1**).

Für einige dieser Anwendungen enthalten auch die IEC-Normen spezielle Prüfbedingungen für die sogenannten IEC-Gebrauchskategorien nach **Tabelle 1**. Es sind genormte Prüfbedingungen, die die tatsächlichen Beanspruchungen dieser Anwendungen, z.T. mit synthetischen Lastkreisen[8], mehr oder weniger gut nachbilden. Eaton Moeller prüft im Sinne einer hohen Gebrauchstauglichkeit seine Produkte, häufig in Zusammenarbeit mit führenden Betriebsmittelherstellern, zusätzlich mit echten Betriebsmitteln, wie Kondensatoren, Leuchtstofflampen oder sonstigen Gasentladungslampen, um praxisrelevante Auswahldaten zu erhalten.

Schütze für *Special Purpose Ratings* können prinzipiell speziell entwickelt werden. Eaton Moeller ordnet stattdessen die Anwendung spezifischen technischen Daten überwiegend den sehr universell einsetzbaren Schützen *DIL M* zu. Eine Ausnahme bildet z. B. das Schalten von Kondensatoren innerhalb von Kondensatorbatterien, für das die Schütze *DIL K* konstruktiv optimiert wurden. Bei den Prüfungen für spezielle Anwendungen konzentriert sich Eaton Moeller z. Z. auf 3-polige AC-Anwendungen. Während die Begriffe *General Purpose* und *Definite Purpose* in der UL 508 erwähnt werden, handelt es sich bei Special Purpose um einen von den Herstellern und Verbrauchern geprägten Begriff. Eaton Moeller versteht darunter spezielle Anwendungen, die mit „normalen“ Leistungsschützen *DIL M* und speziellen Auswahldaten abgedeckt werden.

Definite Purpose Contactors

Neben den amerikanischen, für „*Special Purpose Ratings*“ optimierten Schützen, die Eaton Moeller mit den handelsüblichen, in großen Stückzahlen produzierten Industrieschützen *DIL M* abdeckt, sind in Nordamerika zusätzlich noch „*Definite Purpose*“-Schaltgeräte üblich. Diese *Definite-Purpose*-Schaltgeräte (Schütze für genau festgelegte Anwendungen) sind meistens kostenoptimierte Spezialentwicklungen, unterhalb des Niveaus von Industrieschaltgeräten (z. B. für eine reduzierte Lebensdauer, mit eingeschränktem Berührungsschutz, häufig mit einfacher Flachsteck-Anschlusstechnik). Diese Schaltgeräte besitzen oft besondere Bauformen oder es sind 1- oder 2-polige Schaltgeräte. Bei den vorher auszugsweise aufgezählten Spezialanwendungen werden diese *Definite-Purpose*-Schaltgeräte unterschiedlich häufig eingesetzt. Dies trifft besonders bei preisoptimierten Serienanwendungen mit großen Stückzahlen zu (Verkaufsautomaten, *vending machines*), die vorzugsweise mit nationalen Produkten abgedeckt werden. Besonders häufig findet man sie bei den HVAC-Anwendungen.

Bis auf einige kundenspezifische Entwicklungen mit großen Stückzahlen, die allerdings von den vorhandenen Standard-Industrieschaltgeräten abgeleitet werden, beschäftigt sich Eaton Moeller nicht mit dem Marktsegment der *Definite Purpose Contactors*. In den nächsten Abschnitten wird auf besondere Gesichtspunkte hingewiesen, die bei der Schützdimensionierung für unterschiedliche Betriebsmittel (entsprechend des unteren Teils von **Bild 1**) zu beachten sind.

Aufzüge schalten *(Elevator control)*

Schaltgeräte für Aufzugsteuerungen hält man auf den ersten Blick vielleicht für ein kleines Marktsegment, doch die **Tabelle 7** zeigt, wenn auch unvollständig, eine Vielzahl von konstruktiven Ausprägungen dieser Transportmittel, die von den speziellen Anforderungen an die elektrische Ausrüstung betroffen sind. Es handelt sich auf jeden Fall um ein Marktsegment mit zunehmender Bedeutung. So wurden die Parkaufzüge für Autos, wegen der räumlichen Enge in den Städten, zunächst in Europa benötigt und nun werden sie zunehmend auch in Amerika eingeführt. Andere Transportmittel werden in Amerika in besonderen Mengen oder mit besonderen Dimensionen benötigt.

Die Tests für Aufzugschütze stellen unter den speziellen Anwendungen die höchsten Anforderungen an die elektrische Lebensdauer, die bei dem doppelten Nennstrom geprüft wird. Schütze mit speziellen Leistungsdaten für Aufzüge werden in erster Linie für die Fahr- und Hauptantriebsmotoren eingesetzt. Einige Anlagenhersteller setzen sie zusätzlich für weitere, der Sicherheit dienende Antriebe ein, z. B. als Bremsschütze oder für die Türantriebe, die bekanntlich auch eine besondere Bedeutung für die Betriebssicherheit und Anlagenverfügbarkeit besitzen. Die Auswahldaten für Eaton Moeller Schütze für diese Anwendung zeigt die **Tabelle 8**.

deutsch	englisch
Aufzug	Elevator
Paternoster, Umlaufaufzug	Paternoster elevator
Rolltreppe, Fahrtreppe	Escalator
Fahrsteige	Moving walkways
Personenseilbahnen	Passenger ropeways
Bauaufzüge	Construction hoists
Behindertenaufzüge	Lifts for persons with physical disabilities
Treppenstuhlaufzüge	Stairchair lifts
Plattformlifte	Platform lifts
Schrägaufzüge	Incline lifts
Einkaufswagen-Schrägaufzüge	Shopping Cart Conveyors
Skilifte	Ski lifts
Speiseaufzüge	Dumb waiters
Bühnenaufzüge	Stage lifts
Parkaufzüge	Automobile parking lifts

Tabelle 7: Unterschiedliche Arten von Aufzügen, für die man in Nordamerika „Special Purpose“-Schütze für Aufzugsteuerungen (Elevator Control) einsetzt.

[8] keine echten Betriebsmittel, sondern Nachbildungen aus ohmschen, induktiven und kapazitiven Widerständen

Special Purpose Ratings nach UL / CSA-Prüfbedingungen														
Type ***DIL M..***	**7**	**9**	**12**	**15**	**17**	**25**	**32**	**40**	**50**	**65 72**	**80**	**95**	**115**	**150 170**
AC Elevator Control	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP
480 V 60 Hz, 3-pole	2	3	7 ½	7 ½	7 ½	10	20	25	30	30	50	60	75	75
600 V 60 Hz, 3-pole	3	5	7 ½	7 ½	10	15	20	30	40	40	60	75	100	100
AC Refrigeration Control	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
480 V 60 Hz, 3-pole	6	7,5	10	10	23	32	40	26	36	45	63	70	84	90
600 V 60 Hz, 3-pole	6	7,5	10	10	17	24	30	26	36	45	63	70	84	90
AC Resistance Air Heating	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
480 V 60 Hz, 3-pole	12	18	20	20	27	35	40	63	79	90	94	110	136	160
600 V 60 Hz, 3-pole	12	18	20	20	27	35	40	63	79	90	94	110	136	160
AC Incandescent Lamps (Tungsten)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
480 V 60 Hz, 3-pole	8	11	14	14	23	32	40	55	74	90	85	100	136	160
600 V 60 Hz, 3-pole	8	11	14	14	23	32	40	55	74	90	85	100	136	160
AC Electrical Discharge Lamps (Ballast)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
480 V 60 Hz, 3-pole	12	18	20	20	27	35	40	63	79	90	85	100	136	160
600 V 60 Hz, 3-pole	12	18	20	20	27	35	40	63	79	90	85	100	136	160

Type ***DIL K..***		**12**	**20**	**25**	**33**	**50**
Capacitive Switching						
480 V 60 Hz, 3-pole	A	18	28	36	48	72,1
	kVAr	15	20	30	40	60
600 V 60 Hz, 3-pole	A	14,4	28	38,4	48	72,1
	kVAr	15	30	40	50	75

Tabelle 8: Auswahltabelle für Schütze DIL M und DIL K für spezielle Anwendungen (Special Purpose Ratings) für den Einsatz in Nordamerika

Ohmsche Last schalten *(Air conditioning und Resistance Heating, HVAC)*

Das Schalten von ohmscher Last, also von Widerständen ohne nennenswerten induktiven oder kapazitiven Anteil (IEC-Gebrauchskategorie AC-1) gehört zu den leichter zu bewältigen Schaltaufgaben für Schütze, da nur der einfache Bemessungsbetriebsstrom eingeschaltet, geführt und ausgeschaltet wird. Es müssen nicht, wie bei Motoren, Lampen, Kondensatoren und Transformatoren Vielfache eines Bemessungsbetriebsstroms ein- und unter Umständen auch ausgeschaltet werden. In der Praxis bedeutet dies einen geringeren Kontaktabbrand beim Schalten von ohmscher Last. Bei dieser Gebrauchsart sind die Lebensdaueranforderungen nach den kanadischen Richtlinien 2,5 mal so hoch wie in den USA, zusätzlich erschwert die sehr hohe kanadische Betriebsspannung von 600 V diese Prüfungen. Der AC-1 Strom der Motorschütze *DIL M* ist höher als der beherrschbare Motorstrom, dadurch können für die ohmsche Last oft kleinere, preiswertere Schütze projektiert werden, als für gleich hohe Motorströme. Die AC-1-Bedingungen gelten für Widerstandsöfen und Elektroheizungen. Daher stammt der gängige Begriff „Heizungsschütz“. Häufig werden Widerstandslasten lediglich einpolig geschaltet. Mit den Parallelschaltbrücken *DILM-XP1* werden dann die drei Hauptkontakte parallel geschaltet (**Bild 9**). Dadurch erhöht sich der für ein 3-poliges Schütz zulässige thermische Dauerstrom um den Faktor 2,5, was zur Auswahl noch kleinerer Schütze führt. Bei Widerstandsheizungen verzichtet man auf einen Überlastschutz für das Betriebsmittel, weil ohmsche Verbraucher nicht überlastet werden können. Der Schutz von Kabeln und Leitungen ist erforderlich, die Strombelastbarkeit der Leitungen darf dauerhaft nur bis zu 80 % ausgenutzt werden. Üblich ist in Nordamerika in diesen Fällen der Einsatz von Leistungsschaltern mit fest eingestellten Überlastauslösern und Kurzschlussschnellauslösern.

AC-1-Schütze werden auch im Zusammenhang mit Geräten der Leistungselektronik oft für die galvanische Trennung der Betriebsmittel eingesetzt. Bei diesen Anwendungen wird der Laststrom elektronisch ein- und ausgeschaltet oder geregelt und das Schütz wird lediglich mit dem Dauerstrom beansprucht. Durch elektrische Verriegelungen sollte man das lastfreie Schalten sicherstellen. Wenn derartige Schütze gelegentlich für die Not-Aus-Funktion verwendet werden sollen, muss man bei der Dimensionierung die Häufigkeit der Not-Aus-Schaltungen und die Höhe des in diesen Fällen zu schaltenden Stromes berücksichtigen. Da die Verlustwärme an mechanischen Kontakten deutlich geringer ist als an elektronischen Schaltelementen, werden AC-1-Schütze häufig auch als Bypass-Schütze zu Softstartern eingesetzt. Während der Strom über den Bypass fließt, können die Elektronikelemente auch nicht durch Kurzschluss- oder Überlastströme beansprucht werden. Somit übernimmt das Bypassschütz auch eine

gewisse Schutzfunktion. Die Auswahldaten für Eaton Moeller Schütze für diese Anwendung zeigt die **Tabelle 8**.

Kälteanlagen schalten
(Refrigeration control)

Für dieses Anwendungsfeld für Schütze kennt die IEC die Gebrauchskategorien AC-8A und AC-8B, für hermetisch gekapselte Kompressormotoren für Kühlmittel und Klimaanlagen. Diese Gebrauchsart findet man in den CSA Normen für den Einsatz in Kanada. Vergleichbare Prüfbedingungen findet man aber auch in der UL 508 für *Definite Purpose* Schütze. Der Lebensdauertest wird beispielsweise mit dem 6-fachen Nennstrom (*LRA, Locked Rotor Current*) und einem sehr ungünstigen Leistungsfaktor (cos φ) durchgeführt. Dabei muss der Anlaufspitzenstrom jeweils 1 s lang fließen, was die Stromfußzeit eines tatsächlichen Spitzenstromes deutlich übersteigt.

Schütze schalten die Kompressoren von Kälteanlagen lediglich bistabil ein und aus. Zumindest im größeren Leistungsbereich werden Lösungen mit Schützen zunehmend nicht mehr ausreichen. Unter verschiedenen Gesichtspunkten, wie Effizienz der Energienutzung, Reduzierung der Geräuschentwicklung beim Ein- und Ausschalten oder Erhöhung der mechanischen Lebensdauer, werden zukünftig anspruchsvollere Lösungen verlangt. Alternativen bilden, zumindest bei leistungsstarken Anlagen, drehzahlgeregelte Motoren oder zumindest Motoren, die mit elektronischen Sanftanlassgeräten hoch und u.U. runter gefahren werden. Die Auswahldaten für Eaton Moeller Schütze für diese Anwendung zeigt die **Tabelle 8**.

Kondensatoren schalten
(Condensator switching)

Im System xStart wird eine Reihe von speziellen Kondensatorschützen für die unverdrosselte Gruppenkompensation angeboten. Beim Schalten von Kondensatoren unterscheidet man zwischen den unterschiedlichen Applikationen

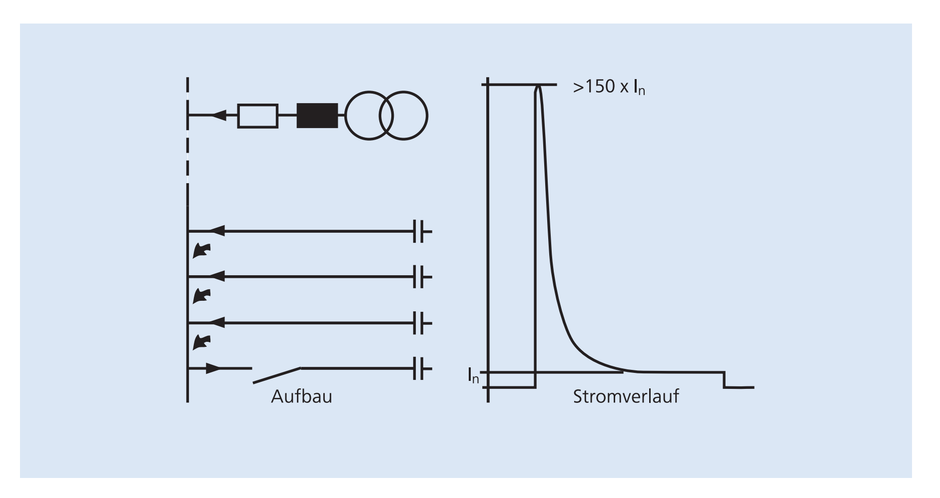


Bild 9: **Mit der Parallelschaltbrücke lässt sich der AC-1-Strom eines 3-poligen Schützes um den Faktor 2,5 erhöhen. Die Kombination wird angewandt, wenn eine ohmsche Last (z.B Widerstandsheizungen) nur 1-polig geschaltet werden muss. Es können dadurch kleinere Schütze eingesetzt werden.**

- Einzelkompensation (*Single Capacitors*)
- Gruppenkompensation (*Capacitor banks with surge limitors*) in verdrosselten Anlagen oder
- Gruppenkompensation in unverdrosselten Anlagen (*Capacitor banks without surge limitors*).

Diese Applikationen stellen unterschiedliche Anforderungen an die eingesetzten Schütze. Bei der *Einzelkompensation* und bei verdrosselten Kompensationsanlagen (wenn die Drosseln jedem Kondensator zugeordnet sind) müssen die Schütze Einschaltströme beherrschen, die etwa das 30-fache des Kondensator-Bemessungsstromes betragen. Verdrosselte Kompensationsanlagen setzt man in Netzen ein, in denen beispielsweise Frequenzumrichter nicht sinusförmige Strömen mit hohem Oberschwingungsanteil verursachen. Die Sperrdrosseln für die Oberschwingungen begrenzen als Nebeneffekt die Einschaltspitzenströme der Kondensatoren auf eine akzeptable Höhe. Bei diesen beiden Kompensationstypen setzt man erfolgreich die vorgestellten Motorschütze *DIL M* aus dem System xStart ein. Tendenziell nimmt die Anzahl der verdrosselten Kompensationsanlagen stark zu, so dass man zunehmend mit Motorschützen auskommt.
Im Eaton Moeller Katalog werden den Motorschützen für diese Anwendungen zusätzlich Auswahldaten für Einzel-Kondensatoren zugeordnet.

Wesentlich anspruchsvoller sind die Anforderungen an die Schütze bei der induktionsarmen, unverdrosselten Gruppenkompensation (Kondensatorbatterien, *Capacitor banks without surge limitors*). Hier werden die Ladeströme der Kondensatoren nicht ausschließlich aus dem mit Induktivitäten behafteten Netz (Transformator- und Leitungsinduktivitäten) gezogen, sondern direkt und besonders induktivitätsarm aus den bereits geladenen Kondensatoren der eigenen Kondensatorbatterie (**Bild 10**). Hier treten im Zeitbereich von wenigen Millisekunden Einschaltspitzenströme auf, die das 180- bis 200-fache des Kondensatornennstromes erreichen können. Hierfür benötigt man spezielle Kondensatorschütze [11]. Die Kondensatorschütze *DIL K* besitzen zwei parallel geschaltete Schaltkreise. Ein Stromkreis wird durch voreilende Hilfsschalter gebildet, die eine Vorladung der Kondensatoren über niederohmige Widerstände oder Induktivitäten einleiten. Einige Millisekunden später schließen die Hauptkontakte des gleichen Schützes. Die Hauptkontakte bilden den zweiten Stromkreis, der den Kondensatordauerstrom führt. Als weitere Verbes-



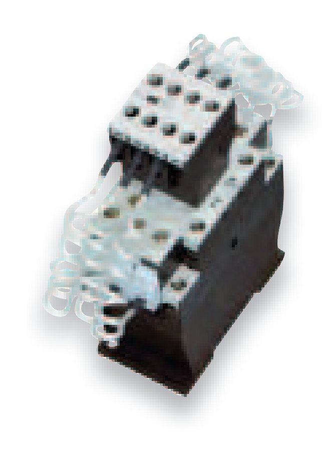


Bild 10: **Kondensatorschütze DIL K werden in Kompensationsanlagen eingesetzt. Die Vorwiderstände reduzieren die extrem hohen Einschaltspitzen. Für die Einzelkompensation oder in verdrosselten Kompensationsanlagen werden Motorschütze DIL M verwendet.**

serung gegenüber einer früheren Lösung, wird bei der Generation xStart sichergestellt, dass die Hilfsschalter (erster Stromkreis) am Ausschaltvorgang der Kondensatoren nicht mehr beteiligt sind. Dadurch wird eine thermische Überlastung der Hilfskontakte und der Strombegrenzungswiderstände sicher ausgeschlossen. Die Kondensatorschütz-Reihe *DIL K* wird für die unterschiedlichen, in Kompensationsanlagen üblichen Kondensatorbaugrößen angeboten (**Tabelle 8**). IEC-Daten für die Schützdimensionierung findet man in [11].

Glühlampen schalten

(Tungsten, Incandescent Lamps)

Beim Schalten von Glühlampen spielt aus elektrischer Sicht nur der ohmsche Widerstand eine Rolle. Bei ausgeschalteten, kalten Glühlampen ist der ohmsche Widerstand des Glühfadens gering. Das bedeutet, das beim Einschalten zunächst ein sehr hoher Einschaltstrom fliesst, der nach kurzer Zeit, mit der Widerstandszunahme durch die Erwärmung des Glühfadens, schnell auf den Glühlampen-Nennstrom abklingt. Erfahrungsgemäß liegen die Spitzenströme bei Glühlampen in einem Bereich bis zum 16-fachen Lampennennstrom.

Beim Schalten von Glühlampen, aber auch bei anderen Betriebsmitteln mit hohen Einschaltspitzenströmen, sollte man beim Projektieren gut überlegen, wie viele Betriebsmittel man mit einem einzigen Schütz gemeinsam schalten will. Es addieren sich beim Einschalten die Spitzenströme aller Betriebsmittel und während das Schütz die Summe der Spitzenströme beherrscht, können diese Ströme für die übrige Installation eine ungünstige Belastung darstellen. Der Aufbau von Betriebsmittelgruppen mit mehreren kleinen Schützen kann auch im Sinne der Betriebsmittelverfügbarkeit günstiger sein. Dann steht u.U. im Störungsfall zumindest ein Teil der Beleuchtung zur Verfügung. Auswahldaten für Schütze von Eaton Moeller für diese Anwendung, siehe **Tabelle 8**.

Gasentladungslampen schalten

(Ballast, Electrical Discharge Lamps)

Unter Gasentladungslampen versteht man im industriellen Einsatzbereich hauptsächlich Leuchtstofflampen, Metalldampf-Niederdruck- oder Metalldampf- oder Edelgas-Hochdrucklampen und nicht die bei Laien wohlbekannte Neon-Röhre (Hochspannungsröhre, die nicht unter die Betrachtung dieses Aufsatzes fällt). Die wesentliche Beanspruchung der Schaltgeräte bei dieser Gebrauchsart entsteht durch die bei Gasentladungslampen erforderlichen Drosseln und die Kompensationskondensatoren gegen den Blindstrom der Drossel. Die Drosseln stellen für das Schütz eine induktive Last dar, sie liefern die hohe Zündspannung für die Gasentladung und sie begrenzen anschließend den Betriebsstrom der Beleuchtungsmittel. Die Drossel (Vorschaltgerät) und das Leuchtmittel müssen optimal aufeinander abgestimmt sein. Hier ist zu unterscheiden zwischen den preiswerteren magnetischen Drosseln und den neueren, energiesparenden elektronischen Drosseln. In der Literatur wird das Energieeinsparpotential bei den elektronischen Lösungen mit bis zu 25 % angegeben. Die neueren „Energiesparlampen" sind Leuchtstofflampen mit integrierten elektronischen Vorschaltgeräten. Elektronische Lösungen sind besser für das menschliche Auge, da das Flackern des Lichts durch eine höhere Arbeitsfrequenz reduziert wird. Die Europäische Union[9] und die amerikanische Regierung befürworten eine hohe Effizienz in der Energienutzung und empfehlen daher auch unter diesem Gesichtspunkt für Beleuchtungen im gewerblichen Bereich für die nächsten Jahre den Ersatz von magnetischen Vorschaltgeräten durch elektronische Lösungen.

Unterschiedliche Arten von Gasentladungslampen weisen ein unterschiedliches Betriebsverhalten auf, so kann es zu längeren Überströmen während der unterschiedlich langen Vorheizzeit kommen oder zu extrem hohen Stromspitzen im ms-Bereich durch die Aufladung von Kondensatoren. Diese netzparallele kapazitive Last beeinflusst stark die Schützdimensionierung. Bei Natriumdampflampen und Quecksilberdampflampen wird z.T. mit Streufeldtransformatoren gearbeitet. Bei diesen Lampen kann die Anlaufphase bis zu 10 Minuten dauern, in der etwa der 2,2-fache Lampenbetriebsstrom fließt. Drei Parameter sind bei der Schützdimensionierung zu beachten:

- der Dauerstrom, als Größe für die thermische Belastbarkeit,
- das Einschaltvermögen,
- und das Schaltvermögen für Kondensatorlast

des Schützes dürfen jeweils nicht überschritten werden. Zur Zeit laufen Versuchsreihen, deren Ergebnisse in einer späteren Veröffentlichung lampentypspezifisch bekannt gegeben werden. Diese Prüfungen führen zu genaueren Schützzuordnungen als die NEMA-Special-Purpose-Prüfungen nach **Tabelle 8**.

[9] Richtline 2000/55/EG

Bei Gasentladungslampen hat die Spannungshöhe an der Lampe einen bedeutenden Einfluss auf die Lichttemperatur. Da die Lichttemperatur wiederum, beispielsweise in Gewächshäusern, für das Wachstum der Pflanzen eine nachweislich große Rolle spielt, hat Eaton Moeller spezielle Lampenschütze *DIL L* im Sortiment, die durch reduzierte Kontaktübergangswiderstände und die Anschlussmöglichkeit für stärkere Leitungsquerschnitte helfen, den Spannungsfall bis zur Lampe zu reduzieren. Dadurch werden auch in größeren Beleuchtungsanlagen gleichmäßige Spannungsverhältnisse erreicht.

Zusammenfassung:

Die durch umfangreiche Prüfungen nachgewiesenen Auswahldaten für die wichtigsten Special Purpose Applikationen werden in der **Tabelle 8** zusammengefasst. Die Prüfungen für die unterschiedlichen Applikationen unterscheiden sich bei den Parametern für die Overload tests (Überlast) und Endurance tests (Lebensdauer).
Am Ende der Belastungsprüfungen sind Dielectric tests (Isolationsprüfung) mit 1000V + 2 x U_n = 2200 V AC zu bestehen (da die Moeller Schütze für den amerikanischen Markt für maximal 600 V angeboten werden). Die ermittelten Werte gelten jeweils für 3-polige Last bei den angegebenen Netzspannungen. Man kann die nach UL 508 und CSA C22.2 No. 14 ermittelten Prüfergebnisse nicht direkt mit IEC-Ergebnissen vergleichen oder umrechnen.

Alleine der Spannungsunterschied zwischen 400 V und 480 V nimmt einen großen Einfluss auf das Schaltvermögen der Schütze aller Fabrikate. Alle Daten, außer „*Capacitive Switching*“, werden mit ganz normalen Leistungsschützen *DIL M* abgedeckt. Für das Schalten von Kondensatoren in unverdrosselten Kompensationsanlagen werden in Nordamerika, wie in der IEC-Welt, die optimierten Kondensatorschütze *DIL K* eingesetzt. Die Einzelkompensation oder die Kompensation in verdrosselten Kompensationsanlagen wird auf allen Kontinenten mit den preisgünstigen Motorschützen *DIL M* beherrscht. Da die vorgestellten Schütze bei Eaton Moeller Weltmarktgeräte sind, profitiert auch der Kunde, der nicht nach Amerika exportiert von dem hohen Entwicklungsstand der Produkte. Da die Schütze auch mit dem CE-Zeichen und den IEC-Daten gekennzeichnet sind, eignen sie sich auch für den Export von Nordamerika in den Rest der Welt.

Verbindlichkeit:

Die Informationen dieses Aufsatzes wurden gründlich recherchiert, sie können aber nicht Informationen der jeweils gültigen Nordamerikanischen Normen ersetzen, da zum Teil sehr spezifische Besonderheiten bei der Projektierung beachtet werden müssen. Zum Zeitpunkt der Drucklegung waren die erwähnten Approbationsprüfungen der vorgestellten Eaton Moeller Produkte und Kombinationen erfolgreich durchgeführt, die Approbationsberichte lagen aber noch nicht vollständig vor.

Dipl.-Ing. Wolfgang Esser
Produktsupport Industrieschaltgeräte
Geschäftsbereich Motorstarter und Drives
Eaton Industries GmbH, Bonn

Der Aufsatz entstand mit freundlicher Unterstützung von:
Herrn BA Phys. Andre R. Fortin
Moeller Electric Corporation,
Houston, Texas, USA

Literatur:

[1] Wolfgang Esser,
„Die neue Motorstarter-Generation xStart, auch wieder mit anwendungsorientierten Highlights!“,
VER 2100-937 D,
Moeller GmbH, Bonn, 2004
Download:
http://www.moeller.net
Quicklink ID: 937de

Wolfgang Esser,
xStart - The new Generation:
100 Years of Moeller contactors
- Continous Progress -
VER 2100-937 GB,
Moeller GmbH, Bonn, 2004
Download:
http://www.moeller.net
Quicklink ID: 937en

[2] Wolfgang Esser
„xStart – Moderne Schaltanlagen effizient montieren und sicher verdrahten –“
VER 2100-938D
Moeller GmbH, Bonn, 2004
Download:
http://www.moeller.net
Quicklink ID: 938de

Wolfgang Esser
„Modern Switching Installations Efficiently Fitted, and Wired Securely“
VER 2100-938GB
Moeller GmbH, Bonn, 2004
Download:
http://www.moeller.net
Quicklink ID: 938en

[3] Wolfgang Esser
„Besondere Bedingungen für den Einsatz von Motorschutzschaltern und Motorstartern in Nordamerika“
Moeller GmbH, Bonn, 2004
VER1210-1280-928D,
Article No.: 267951
Download:
http://www.moeller.net
Quicklink ID: 928de

Wolfgang Esser
“Special considerations governing the application of Manual Motor Controllers and Motor Starters in North America”
Moeller GmbH, Bonn, 2004
VER1210-1280-928GB,
Article No.: 267952
Download:
http://www.moeller.net
Quicklink ID: 928en

[4] UL 508, „Industrial Control Equipment”

[5] UL 489, „Molded Case Circuit Breakers, Molded Case Switches and Circuit Breaker Enclosures“

[6] CSA-C22.2 No. 14, “Industrial Control Equipment, Industrial Products”

[7] CSA-C22.2 No. 5-02,
„ Moulded Case Circuit Breakers“

[8] IEC / EN 60947-4-1 und DIN VDE 0660-102 „Niederspannungs-Schaltgeräte Teil 4-1: Elektromechanische Schütze und Motorstarter“

[9] Wolfgang Esser
„Hybride Interfaceschütze schalten Betriebsmittel bis 15 kW“
VER2100-946D
Moeller GmbH, Bonn, 2004

[10] SEMI F47-0999 “Provisionl Specification for Semiconductor Processing Equiment SAG Immunity”
www.semi.org

[11] Dirk Meyer
„Schütze für das Schalten von Kondensatoren“
VER2100-934D
http://www.moeller.net/binary/ver_techpapers/ver934de.pdf
Moeller GmbH, Bonn, 2006

[12] Wolfgang Esser, Dr. Johannes Meissner,
„Leistungsstarke Betriebsmittel mit Vakuum-Schützen ökonomisch schalten“
VER2100-929D,
Moeller GmbH, Bonn, 2003

Eaton Electric GmbH
Kunden-Service-Center
Postfach 1880
53105 Bonn

Auftragsbearbeitung
Kaufmännische Abwicklung
Direktbezug
Tel. 0228 602-3702
Fax 0228 602-69402
E-Mail: Bestellungen-Bonn@eaton.com

Kaufmännische Abwicklung
Elektrogroßhandel
Tel. 0228 602-3701
Fax 0228 602-69401
E-Mail: Bestellungen-Handel-Bonn@eaton.com

Technik
Technische Auskünfte / Produktberatung
Tel. 0228 602-3704
Fax 0228 602-69404
E-Mail: Technik-Bonn@eaton.com

Anfragen / Angebotserstellung
Tel. 0228 602-3703
Fax 0228 602-69403
E-Mail: Anfragen-Bonn@eaton.com

Qualitätssicherung / Reklamationen
Tel. 0228 602-3705
Fax 0228 602-69405
E-Mail: Qualitaetssicherung-Bonn@eaton.com

Zentrale
Tel. 0228 602-5600
Fax 0228 602-5601

Schweiz
Internet: www.moeller.ch

Lausanne
Eaton Industries II Sarl
Chemin du Vallon 26
1030 Bussigny
Tel. +41 58 458 14 68
Fax +41 58 458 14 69
E-Mail: lausanneswitzerland@eaton.com

Zürich
Eaton Industries II GmbH
Im Langhag 14
8307 Effretikon
Tel. +41 58 458 14 14
Fax +41 58 458 14 88
E-Mail: effretikonswitzerland@eaton.com

Österreich
Internet: www.moeller.at / www.eaton.com

Wien
Eaton GmbH
Scheydgasse 42
1215 Wien, Austria
Tel. +43 (0)50868-0
Fax: +43 (0)50868-3500
Email: InfoAustria@Eaton.com

After Sales Service
Eaton Industries GmbH
Hein-Moeller-Straße 7-11
53115 Bonn
Tel. +49 (0) 228 602-3640
Fax +49 (0) 228 602-1789
Hotline +49 (0) 1805 223822
E-Mail: AfterSalesEGBonn@Eaton.com
www.moeller.net/aftersales

Eaton Corporation

Eaton ist ein führendes Energiemanagement-Unternehmen. Weltweit ist Eaton mit Produkten, Systemen und Dienstleistungen in den Bereichen Electrical, Hydraulics, Aerospace, Truck und Automotive tätig.

Eatons Electrical Sector

Eatons Electrical Sector ist weltweit führend bei Produkten, Systemen und Dienstleistungen zu Energieverteilung, sicherer Stromversorgung und Automatisierung in der Industrie, in Wohn- und Zweckbauten, öffentlichen Einrichtungen, bei Energieversorgern, im Handel und bei OEMs.

Zu Eatons Electrical Sector gehören die Marken Cutler-Hammer®, Moeller®, Micro Innovation, Powerware®, Holec®, MEM® und Santak®.

www.eaton.com

E-Mail: info-bonn@eaton.com
Internet: www.eaton.com/moellerproducts

Herausgeber:
Eaton Corporation
Electrical Sector – EMEA

Eaton Industries GmbH
Hein-Moeller-Str. 7-11
D-53115 Bonn

VER1200+2100-953D ip 01/11
Printed in Germany (01/11)
Artikelnr.: 106648





